

# 浅谈冲孔灌注桩的质量控制 在内河高桩码头中的应用

蒋丹

(长江武汉航道工程局, 湖北 武汉 430014)

**摘要:** 随着社会和经济的快速发展, 近几年来, 我国的港口建设步伐不断加快。高桩码头适用于各种软土地基, 在岩基上主要采用嵌岩灌注桩, 一般常采用冲击钻进行嵌岩灌注桩施工。本文简要阐述冲孔灌注桩在内河高桩码头中的应用。

**关键词:** 高桩码头; 冲孔灌注桩; 施工工艺; 清孔; 质量控制

中图分类号: U66 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2022) 11-0086-03

## 1 概述

### 1.1 工程概况

岳阳国际集装箱码头二期工程位于岳阳港城陵矶港区, 建设为4个3000吨级(兼顾5000吨级)以集装箱为主的多用途泊位。码头平台长500m, 宽30m, 共13个排架。码头结构形式为高桩码头结构, 码头平台桩基为钢筋混凝土嵌岩灌注桩, 嵌岩灌注桩桩身直径1.6m, 桩长20~29m, 共317根, 混凝土浇筑总工程量约15000m<sup>3</sup>。

### 1.2 桩基施工地质条件

码头施工作业平台地处长江防洪大堤江侧边滩, 覆盖层由上至下主要为淤泥质粉质黏土、淤泥质粉质黏土夹粉细砂和圆砾等组成, 总厚7.9~21.4m, 岩面标高3.17~10.65m。桩基持力层为中风化板岩, 嵌岩深度4.5m~5.5m。嵌岩灌注桩施工现场图如下:



图1 嵌岩灌注桩施工现场

## 2 施工工艺流程及清孔

### 2.1 灌注桩施工工艺流程

本工程嵌岩灌注桩采用CZ-50型冲击钻进行冲孔施工, 能满足施工需要。嵌岩灌注桩施工工艺流程: 平整场地→泥浆制备→埋设护筒→铺设工作平台→安装机器设备并定位→冲孔→清孔并检查成孔质量→下放钢筋笼→安装灌注导管→第二次清孔→浇筑水下砼。

### 2.2 清孔

清孔方式采用换浆法正循环清孔。清孔原理: 由泥

浆泵将已配置好的泥浆经过输送管线将泥浆送至孔底, 送至孔底的泥浆悬浮并携带孔内钻渣, 再经过钢护筒溢浆口、沟槽流入循环沟、沉淀池, 然后进入泥浆池循环使用。

冲击钻冲孔达到设计土层底标高后, 进行第一次清孔, 主要对孔底以及悬浮在孔内泥浆中的大量钻渣进行清除。经第一次清孔完成, 沉渣厚度符合要求后, 及时下放钢筋笼及灌注导管, 下放完毕之后, 再利用灌注导管进行第二次清孔。第二次清孔完成, 沉渣厚度及泥浆性能指标符合要求后, 再及时浇灌混凝土。

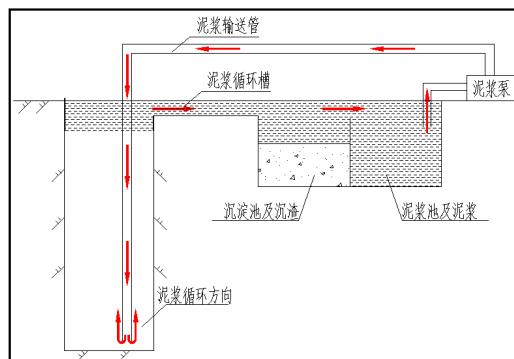


图2 换浆法正循环清孔原理图

## 3 施工场地布置、钢筋笼制作下放

码头平台灌注桩桩基中心横向间距8.25m, 纵向间距分别为3.22m、7.56m、8m。施工投入15台冲击钻同时进行施工, 桩基采用由一侧向另一侧间隔跳打的施工顺序, 尽量减少对附近的桩基成孔质量的影响。因桩基密集, 施工场地空间狭窄, 并且要留出施工便道, 附近难以开挖较大的泥浆池, 甚至部分桩基泥浆池需要共用, 泥浆沉淀池沉渣采用1.5m<sup>3</sup>挖掘机进行随时清理并外运。单排架桩基平面布置图如下:

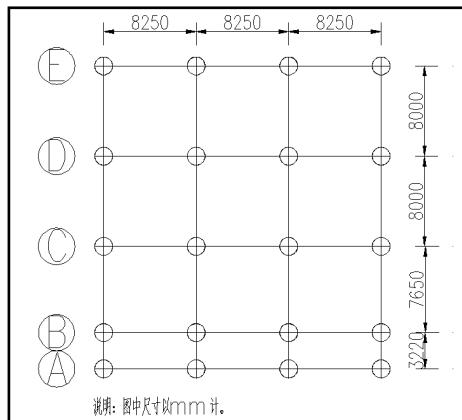


图 3 单排架桩基平面布置图

本项目钢筋笼数量多,受长江水位影响可施工时间少,工期紧。根据现场施工安排,钢筋笼不采用分节制作、下放,就近整体制作,直接一次成型,节省下放钢筋笼时在孔口进行焊接或机械连接所消耗的时间,并减少施工便道被吊机占用较多时间。

钢筋笼下放前,由专业测量人员在钢护筒口放出桩中心,便于钢筋笼顺利下放。钢筋笼下放由30吨履带吊协助完成,钢筋笼下放至顶面接近钢护筒口时,在钢筋笼的加劲箍下横穿两根3m的2#10槽钢使钢筋笼固定。然后起吊2根Φ16(圆钢)吊筋与整节钢筋笼进行连接,吊筋长度要经过精确计算,以保证钢筋笼顶能够刚好下放至设计标高,吊筋焊接完毕后,及时接长声测管。声测管连接好以后抽出槽钢,下放钢筋笼到设计标高。冲击钻施工及钢筋笼下放图如下:



图 4 冲击钻施工



图 5 钢筋笼下放

## 4 混凝土浇筑工艺

### 4.1 施工工艺

混凝土由罐车运至施工现场采用泵送进行浇筑。当进行首灌混凝土浇筑时,浇筑时采用储料斗进行施工,储料斗与导管直接连接。储料斗方量必须大于首灌方量。浇筑过程中,混凝土由储料斗经导管下料,导管采用Φ300 mm(内径)×δ8 mm的无缝钢管制作、快速接头连接,加工长度取1~5m不等。

导管使用前在陆地上预拼,分节之间安装O型密封

圈法兰连接,导管在使用前进行水密承压和接头抗拉试验。水密承压试验方法是把拼装好的导管先灌入70%的水,两端封闭,一端焊输风管接头,输入2300kp的风压力,导管滚动数次,经15分钟不漏水即为合格。导管内过球应畅通。符合要求后,在导管外壁用明显标记逐节标明尺寸,导管应配备总数20%~30%的备用导管。

### 4.2 混凝土浇筑

首批混凝土浇筑采用“拔塞法”,确保一次成功。储料斗中的混凝土方量稍大于首灌方量,当储料斗装满混凝土量时,开始拔掉储料斗底口的塞子,首灌混凝土浇注成功后,混凝土经泵送直接向储料斗提供混凝土,并不断检测浇注的混凝土面高度,防止导管埋深超过6m,当接近6m时,用吊车将储料斗提升,从导管顶面拆除一节导管,使储料斗高度适合浇注,但在提升时一定要保证导管埋深至少2m。如此循环直至浇注完毕。

首批混凝土灌注前进行孔内沉渣厚度的测定,沉渣厚度满足要求后即可进行首批混凝土的灌注,首批灌注混凝土的数量应能满足导管首次埋置深度(≥1.0m)和填充导管底部的需要,首批混凝土浇筑量根据计算确定,公式计算:

$$V \geq \pi D^2 (H_1 + H_2) / 4 + \pi d^2 h_1 / 4$$

式中:V—灌注首批混凝土所需数量(m<sup>3</sup>);D—桩孔直径(m);H<sub>1</sub>—桩孔底至导管底端间距,一般为0.4m;H<sub>2</sub>—导管初次埋置深度(m),按1m考虑;d—导管内径(m);h<sub>1</sub>—桩孔内混凝土达到埋置深度H<sub>2</sub>时,导管内混凝土柱平衡导管外(或泥浆)压力所需的高度(m),即h<sub>1</sub>=H<sub>2</sub>Y<sub>w</sub>/Y<sub>c</sub>;桩基桩径为1.6m,H<sub>w</sub>=30m(码头平台桩长为20~29米不等,取30米计算),Y<sub>w</sub>=10KN/m, Y<sub>c</sub>=24KN/m, d=0.30m。h<sub>1</sub>=H<sub>w</sub>Y<sub>w</sub>/Y<sub>c</sub>=30.00×10/24=12.5m。

经计算,首灌混凝土方量≥3.7m<sup>3</sup>,储料斗里的混凝土方量要达到3.7m<sup>3</sup>以上。

## 5 施工质量控制

### 5.1 嵌岩深度的判断

判断桩端是否达到持力层至关重要。判断标准如下:

(1) 钻孔深度与相邻勘探孔反映的中风化基岩层深度基本一致。

(2) 现场孔底渣土样与地质勘查报告上的特征是否相吻合。

(3) 钻机(具)振动明显加大,钻进很困难、钻杆进尺量很小。

## 5.2 测量控制

施工前,对钢护筒埋设进行垂直度检测,垂直度满足施工要求,竖向倾斜度不得大于1%。钢护筒中心与桩基中心位置利用全站仪进行复核,平面误差不得大于50mm。桩基施打前,对冲击钻钻头进行测量,钻头直径宜比孔径小20mm~60mm。用以沉渣厚度测量的钢测绳必须通过钢卷尺进行校核,施工过程中定期进行复核,满足测量精度要求。如施工过程中如发现钢测绳损坏,应立即进行更换。

## 5.3 钢筋笼制作与下放

为防止钢筋笼主筋及箍筋露筋,钢筋笼四周均设置钢筋保护层,保护层沿钢筋笼主筋方向每隔2m设置一道,保护层宽度均为0.057m,钢筋笼直径(含保护层)计算为1.566m。钢筋笼沿竖向主筋方向若发生较大幅度弯曲,下放钢筋笼时,会刮碰泥浆护壁,导致护壁泥皮甚至泥块掉入孔底,难以清理。钢筋笼简易构造图如下:

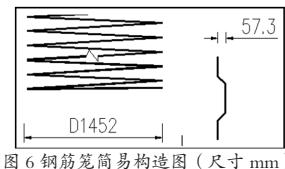


图6 钢筋笼简易构造图(尺寸mm)

施工现场钢筋笼制作场地必须平整。钢筋笼制作应选择地质较硬的场地,经挖掘机整平后,铺垫10cm厚碎石整平后再进行钢筋笼制作,碎石整平标准为±20mm,有条件时可进行硬化处理。钢筋笼制作偏差如下表:

表1 钢筋笼制作偏差表

项目	主筋间距 (mm)	箍筋间距 (mm)	骨架外径 (mm)	骨架保护层厚度 (mm)	骨架倾斜度
允许偏差	±10	±20	±10	+10, -5	±0.5%

钢筋笼应徐徐缓慢下放,下放时检查钢筋笼垂直度,直至下放完毕。严禁高起猛落,强行下放。若遇阻碍或异常情况应立即停放,查明原因。下放过程中应时刻注意孔内水位变化。

## 5.4 清孔

终孔后,应及时进行清孔。钻孔灌注桩采用二次清孔,在第一次清孔前,利用挖掘机将泥浆沉淀池底部的碎石以及细小颗粒清理一遍。在清孔时,泥浆从孔内携带钻渣多数能沉至泥浆池底部,可以减少泥浆池中的细小颗粒随泥浆继续循环进入孔内。在第一次清孔完成后,再次对泥浆池内沉渣予以清除。

第一次清孔:成孔验收完毕后,将钻头提离孔底30~50cm,注入优质泥浆,进行正循环清孔,清孔到

位后,及时停机提钻,并下放钢筋笼。

第二次清孔:钢筋笼安装完毕后,下放导管进行第二次清孔,清孔过程中导管底口距离孔底30~50cm。整个清孔过程中,应将泥浆相对密度控制在1.20~1.45,粘度19~28s,含砂率4%~8%,在确保孔壁稳定的前提下进行清孔。清孔标准:第二次清孔后沉渣厚度不超过5cm。

由于泥浆池狭小及泥浆内沉渣难以沉淀等因素,综合考虑在二次清孔前,在泥浆池与孔内泥浆输送导管之间增加滤砂器。经过泥浆泵加压的泥浆从进浆口进入滤砂器(筒)内后,形成高速旋转涡流,在离心力作用下,泥浆中的砂粒与泥浆分离,同时在重力和离心力双重作用下向下析出,通过滤砂器(筒)底部的出砂口排出,达到浆砂快速分离的目的。分离析出砂后的泥浆,经过滤砂器(筒)顶部的出浆口排出循环进入孔内。

第二次清孔完成后,报验合格后,继续保持泥浆循环清孔直至混凝土罐车到达施工现场,再及时安装灌注料斗进行浇筑混凝土。在清孔排渣时,应保持孔内水头,防止坍孔。施工现场安排专人随时对泥浆比重、泥浆粘度、泥浆砂率三大指标进行监测。



图7 泥浆粘度检测



图8 泥浆砂率检测

## 5.5 工序之间衔接紧密

灌注桩施工各工序之间应尽量衔接紧密,工序之间尽可能缩短等待时间,尤其要缩短钢筋笼下放时间及二次清孔验孔合格等待首灌混凝土浇筑的时间,以免造成塌孔或孔底沉渣难以清理的情况。

冲孔灌注桩的可施工桩径大,施工噪声和振动较小,对周边土层扰动小,适用的土层范围广。随着码头规模和吞吐量的增加,冲孔灌注桩越来越被广泛利用,而灌注桩施工过程中的质量控制尤为重要,本文主要以岳阳城陵矶码头为例,用以指导后续类似项目的施工。

## 参考文献:

- [1] 雷忠平.常见港口工程灌注桩质量问题及预防措施简析[J].珠江水运,2021,(10).58~59.
- [2] 王子良,王雪冬,徐大涛.泥浆护壁钻孔灌注桩质量监控要点[J].水利科技与经济,2009,(12).1110~1110.
- [3] 王兴隆,郭建平.浅谈砼灌注桩质量控制[J].内蒙古科技与经济,2006,(02X).76~77.